

Produktionsintegrierter Umweltschutz Anforderungen: Stand und Realisierbarkeit

Warnecke, Hans-Joachim
Räbiger, Norbert

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 2000 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.257-267



J. Cramer Verlag, Braunschweig

HANS-JOACHIM WARNECKE, Paderborn
 NORBERT RÄBIGER, Bremen

Produktionsintegrierter Umweltschutz Anforderungen: Stand und Realisierbarkeit

Hannover, 16.11.2000*

1. Einführung

Bis in die 70er-Jahre wurde in den Unternehmen weitgehend ein rein additiver Umweltschutz betrieben. Dieser konzentrierte sich auf die Behandlung von Abwasser, Abluft/ Abgas und Abfall und war durch vom Gesetzgeber verordnete – mitunter an der Messbarkeitsgrenze der Schadstoffe orientierte – Grenz- und Richtwerte geprägt. Seit den 80er-Jahren erfolgte in den Unternehmen zunehmend ein Wandel. Zunächst wurden im Rahmen des sogenannten prozessintegrierten Umweltschutzes einzelne Prozesse und Verfahrensschritte modifiziert und optimiert. Später folgten solche Maßnahmen innerhalb des Gesamtverbunds der Produktion, was heute mit dem Begriff produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) bezeichnet wird (Bild 1). Die Ziele des PIUS waren und sind, den

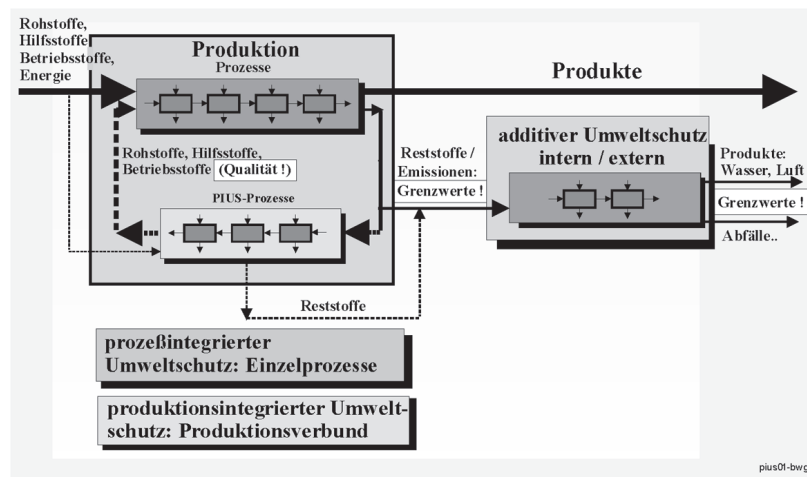


Bild 1. Begriffsbestimmung Additiver – Prozessintegrierter – Produktionsintegrierter Umweltschutz

* Vortrag gehalten beim 3. Colloquium der Kommission „Recht und Technik“ der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Austrag von Reststoffen und Schadstoffen im Abwasser, Abluft/Abgas und Abfall zu vermeiden, zu vermindern und – sofern möglich – innerhalb der Produktionsprozesse im eigenen Unternehmen zu verwerten. Die Qualität der zurückgewonnenen Wertstoffe ist dabei von sehr hoher Priorität für das Unternehmen, da bei deren Verwertung die Produktqualität nicht gefährdet werden darf. Entsprechend ergeben sich hieraus neue Herausforderungen an die Aufbereitungstechnik – vergleichbar mit denen bei der früheren Einführung neuer behördlich vorgeschriebener Grenzwerte.

2. Produktionsintegrierter Umweltschutz heute

Gesetzliche Regelungen sind eher von nachrangiger Bedeutung für den heutigen PIUS. Wesentliche Triebkraft ist vielmehr der Erhalt bzw. die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit getreu dem Leitmotiv: „Öko logisch, wenn ökonomisch“. Angestrebt wird die ressourceneffiziente kostenreduzierte Produktion mit sowohl einzeln wie auch innerhalb des Verbunds optimierten Prozessschritten mit einer weitgehenden Rückgewinnung von Wertstoffen (nicht umgesetzte Rohstoffe, Hilfsstoffe, Nebenprodukte, Wasser). Gleichzeitig wird damit der Aufwand für die externe Entsorgung von Abwasser und Abfall gesenkt. Der Grad der Rückgewinnung von Wertstoffen stellt das ökonomische Optimum dar und wird maßgeblich von der Qualität des zurückgewonnenen Wertstoffes, dem Aufwand für die Wertstoffrückgewinnung sowie dem Aufwand für Wertstoffbeschaffung und Abfallentsorgung bestimmt. Wird durch die Weiterentwicklung der verfügbaren Technik eine Aufbereitung mit der geforderten Wertstoffqualität bei gleichzeitiger Kostensenkung möglich, so ist über kurz oder lang mit einer Umsetzung in der entsprechenden Branche zu rechnen. Dies soll kurz am Beispiel der Papierindustrie erläutert werden. In dieser Branche verringerte sich durch zunehmende Kreislaufeinengung der spezifische Frischwasserbedarf von 75 l/kg im Jahr 1960 auf weniger als 13 l/kg, indem, wie in Bild 2 gezeigt, nacheinander die Wasserkreisläufe 1, 2 und 3 geschlossen wurden [1]. Für diesen heutigen Stand der Technik ist absehbar, dass durch die Fortschritte in der Membrantechnologie bzw. bei steigenden Kosten für das Frischwasser sich das ökonomische Optimum weiter in Richtung Frischwassereinsparung verschiebt und somit weitere Absenkungen des Frischwasserbedarfs folgen werden.

Weitere Aspekte bei der Einführung von PIUS – Maßnahmen sind das verbesserte Image für Unternehmen und Produkte sowie die Steigerung der Mitarbeitermotivation. In Ausnahmefällen können Maßnahmen des PIUS auch wichtige Voraussetzungen zur Standortsicherung bzw. Produktionsausweitung sicherstellen, wenn beispielsweise lokal begrenzte Ressourcen oder Entsorgungsmöglichkeiten vorliegen.

Aus Sicht eines umfassenden Umweltschutzes bleibt kritisch anzumerken, dass bei den heutigen Rahmenbedingungen die Umsetzung des PIUS eindeutig durch das von Kosten/Nutzenanalysen geprägte ökonomische Optimum bestimmt wird und nur bedingt mit dem ökologischen Optimum gekoppelt ist.

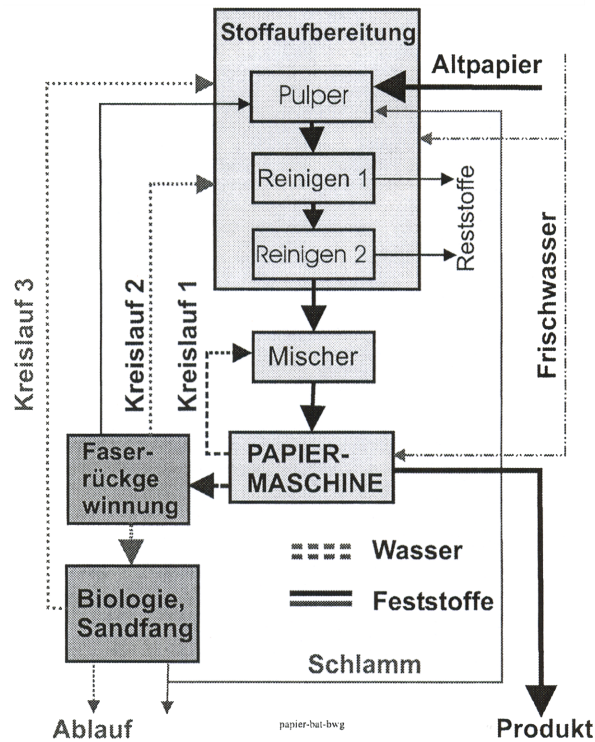


Bild 2. Wasserhandhabung in der Papierindustrie [1]

3. Künftig Integrierte Konzepte durch neues Genehmigungsrecht ?

Im Rahmen der Genehmigung von Produktionsanlagen erfolgte bisher eine eher isolierte Betrachtung von Luft, Wasser, Boden, Abfall und Energie, geprägt durch die sektorielle Behandlung der Umweltmedien im deutschen Umweltrecht und ebenfalls die Zuständigkeit unterschiedlicher Behörden. Mit der IVU-Richtlinie 96/61/EG werden zukünftig integrierte Konzepte angestrebt [2]. Dadurch soll die gesamte Umweltauswirkung bestimmter Produktionsanlagen medienübergreifend minimiert werden, indem die Einhaltung von Grenzwerten bzw. Grenzfrachten je Gewichtseinheit Produkt auf Basis der „besten verfügbaren Technik“ (BVT) gefordert wird. Zur Information von Genehmigungsbehörden und Antragstellern sollen die BVT und die dazugehörigen BVT-Grenzwerte / Grenzfrachten in technischen Dokumentationen (BREF), die derzeit im Europäischen Verbund bis 2003 erstmalig erstellt und danach im dreijährigen Turnus überarbeitet werden, definiert und beschrieben werden.

BVT sind in der IVU-Richtlinie definiert als „effizientester und fortschrittlichster Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Tä-

tigkeiten als geeignet erscheinen lässt, grundsätzlich als Grundlage zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt allgemein zu vermeiden oder, wo dies nicht möglich ist, zu vermindern“. Bei der Festlegung der BVT ist gemäß Anhang IV der Richtlinie „unter Berücksichtigung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens sowie des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im allgemeinen wie auch im Einzelfall folgendes zu berücksichtigen“:

1. Einsatz abfallarmer Technologie
2. Einsatz weniger gefährlicher Stoffe
3. Förderung der Rückgewinnung und Wiederverwertung der erzeugten und eingesetzten Stoffe und gegebenenfalls der Abfälle
4. Vergleichbare Verfahren, Vorrichtungen und Betriebsmethoden, die mit Erfolg im industriellen Maßstab erprobt wurden
5. Fortschritte in der Technologie und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen
6. Art, Auswirkungen und Menge der jeweiligen Emissionen
7. Zeitpunkte der Inbetriebnahme der neuen bzw. bestehenden Anlage
8. Für die Einführung einer besseren verfügbaren Technologie erforderliche Zeit
9. Verbrauch an Rohstoffen und Art der bei den einzelnen Verfahren verwendeten Rohstoffe (einschließlich Wasser) sowie Energieeffizienz
10. Die Notwendigkeit, die Gesamtwirkung der Emissionen und die Gefahren für die Umwelt soweit wie möglich zu vermeiden oder zu verringern
11. Der Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folgen für die Umwelt zu verringern
12. Die von der Kommission gemäß Artikel 16 Absatz 2 (Informationsaustausch) oder von internationalen Organisationen veröffentlichten Informationen

Aus den Unterpunkten 6 und 10 folgt die Forderung, die Umweltbeeinträchtigung durch die zur Verfügung stehenden Techniken *ganzheitlich* zu bewerten. Dies kann so interpretiert werden, dass alle wesentlichen umweltrelevanten Wirkungskategorien anhand von Indikatoren zu erfassen und integrativ zu bewerten sind. Beispielsweise wäre nach einem Vorschlag des Umweltbundesamts grundsätzlich folgende Wirkungskategorien zu betrachten: Direkte Gesundheitsschädigung, Direkte Schädigung von Ökosystemen, Aquatische Eutrophierung, Terrestrische Eutrophierung, Naturraumbeanspruchung, photochemische Oxidantienbildung /Sommersmog, Ressourcenbeanspruchung, stratosphärischer Ozonabbau, Treibhauseffekt sowie Versauerung [3]. Während eine Beurteilung innerhalb einer Wirkungskategorie meist problemlos möglich ist, ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten bei dem Vergleich von Techniken mit Vor- und Nachteilen in unterschiedlichen Wirkungskategorien – insbesondere bei Zielkonflikten von lokalen und globalen Prioritäten. Eine abschließende Gesamtbewertung ist hier nur auf verbal-argumentativer Ebene möglich. Als einfaches Beispiel hierfür sei eine Arbeit des DFIU [4] zitiert, in der vier unterschiedliche Techniken der Sinterproduktion verglichen werden. Die betrachteten Sintertechniken unterscheiden sich im wesentlichen durch die jeweils verwendete Art der Abgasreinigung: A (Elektrofilter), B (Elektrofilter + Schlauchfilter), C (Zyklon), D

(Nasswaschprozess). Technik D ergab gegenüber den trockenabscheidenden Systemen deutliche Vorteile in 6 von 8 Wirkungskategorien. Da jedoch im Gegensatz zu den Techniken A, B und C bei der Technik D Abwasser und nichtverwertbarer Filterkuchen entstehen, sind für Technik D deutliche Nachteile in den entsprechenden beiden Wirkungskategorien ‚Gefährlicher Abfall‘ und ‚Ökotoxizität Wasser‘ festzustellen. Die weiterführende Interpretation der Ergebnisse ist relativ aufwendig und soll an dieser Stelle nicht weiter behandelt werden. Es zeigt sich jedoch bereits die grundsätzliche Problematik der ganzheitlichen Bewertung, nämlich wenn den Techniken in mehreren der vielschichtigen Wirkungskategorien unterschiedlich starke Auswirkungen zuzuordnen sind.

Bereits die ganzheitliche Bewertung der Umweltbeeinträchtigung ist sehr komplex. Es sind jedoch zusätzlich auch ökonomische Aspekte (‚in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich vertretbar‘) und, wie das folgende Beispiel zeigt, unter bestimmten Voraussetzungen auch soziale Aspekte zu berücksichtigen. So zeigt die Betrachtung der Wasserhandhabung in der Lebensmittelindustrie eine ganz besondere Problematik bei der Schließung von Wasserkreisläufen (Bild 3). Hier bestehen besonders hohe Anforderungen an die Qualität des Prozesswassers, nämlich Trinkwasser gemäß der Spezifikation der Trinkwasserverordnung (TVO). Ein technologisch aufbereitetes Wasser, das alle konkreten Anforderungen (Chemische und Mikrobiologische Parameter) der TVO erfüllt, wird dennoch nicht von den Behörden als Trinkwasser anerkannt. Ein Einsatz solchen Wassers ist aus Sicherheits- und Verbraucherschutzgründen nur im Rahmen von Ausnahmen für bestimmte Nebenprozesse möglich. Diese Restriktionen beruhen zum Teil auch auf einem erheblichen Defizit an verfügbaren schnellen und selektiven Analytikmethoden zur Absicherung der Hygiene von Betriebsanlagen. Neben dem Verbraucherschutz ist weiterhin die soziale Wirkungskategorie *Akzeptanz des Verbrauchers* zu berücksichtigen. Auch wenn die Technik für das aufbereitete Prozessabwasser Trinkwasserqualität sicherzustellen vermag, wird die derzeit mangelnde Akzeptanz des Verbrauchers den Einsatz dieser Technik zur Ressourcenschonung massiv behindern.

Das Fließbild in Bild 3 stammt aus einem geplanten Forschungsvorhaben des Instituts für Umweltverfahrenstechnik Bremen (IUV) und der Technischen Chemie Paderborn (TC), bei dem Abwasser aus einem thermischen Prozess der Gemüseverarbeitung (Blanchierung) zu Wasser mit Trinkwasserqualität aufbereitet werden soll. Hierbei stehen ein konventionelles Aufbereitungsverfahren – Verdampfertechnik – und ein modernes biotechnologisches Aufbereitungsverfahren – Membranbioreaktor mit anschließender Membrantrennstufe – zur Verfügung. Wichtigste Eingangsgröße für die vergleichende Bewertung ist die durch die Verfahrenstechnik zu erwartende unterschiedliche Qualität des zurückgewonnenen Wassers. Weiterhin zu berücksichtigen ist, dass die Verdampfertechnik aufgrund der Nutzung vorhandener Abwärme einen geringeren Energieverbrauch hat, dem jedoch ein höherer Anfall an zu entsorgendem Konzentrat gegenübersteht. Der größere Konzentratmengenstrom hat jedoch unter dem Aspekt einer weiteren, vorzugsweise hochwertigen Verwertung des Konzentrats unter Umständen eine geeignetere Qualität als das Konzentrat aus dem biotechnologischen Verfahren. Dies zeigt erneut die Komplexität der ganzheitlichen Bewertung.

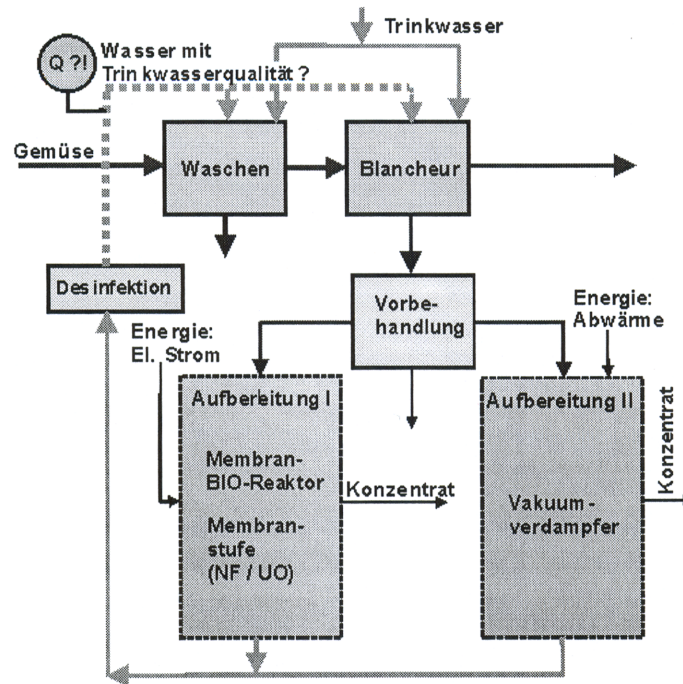


Bild 3. Geplantes Forschungsvorhaben zum Prozesswasserrecycling in der Lebensmittelindustrie – Vergleich eines konventionellen Verfahrens (Verdampfertechnik) mit einem biotechnologischen Verfahren (Membran-Bioreaktor).

Die praktische Umsetzung der IVU-Richtlinie im Sinne des Gesetzgebers ist nicht zuletzt davon abhängig, dass die BVT vernünftige integrative Lösungen innerhalb des Spannungsfelds von Ökonomie, Ökologie und Sozialen Interessen darstellen. Ein ganzheitliches, EU-einheitliches und transparentes Verfahren zur Bewertung solcher Prozesse steht jedoch bisher nicht zur Verfügung. Es ist jedoch ein sogenannter Querschnitts-BREF 'Ökonomische und Cross-Media-Aspekte' vorgesehen, der Ansätze dazu enthalten wird. Weiterhin hat auch das Umweltbundesamt die Absicht, nach Abschluss aktuell laufender Entwicklungsarbeiten eine entsprechende Methode in Brüssel vorzustellen.

4. Ein Vorschlag des IUUV zur Bewertung von Produktionsprozessen

Einen Vorschlag zur medienübergreifenden Bewertung von Produktionsprozessen stellt eine am IUUV entwickelte Methode dar [5]. Hauptzielsetzung dieser Methode ist, umweltrelevante Schwachstellen und Wertschöpfungspotenziale in Produktionslinien aufzuzeigen und zu analysieren. Die Methode setzt sich aus den Modulen

1. In-/Outputanalyse (Sachbilanz),
2. Umweltrelevante Bewertung,
3. Schwachstellen- und Optimierungsanalyse,
4. Ökonomische Bewertung (Option – hier nicht dargestellt),

zusammen, die je nach Ziel variabel ausführbar sind.

Innerhalb der In-/Outputanalyse werden die Eingangsgrößen Rohstoffe, Betriebsstoffe, Hilfsstoffe, Wasser, Energie, evtl. Vorprodukte) und Ausgangsgrößen (Produkte, Energie und Emissionen) für jeden Prozess innerhalb der Produktionslinie aufgenommen. Die damit erlangte detaillierte Kenntnis der im Produktionsprozess anfallenden Energie- und Stoffströme ist eine wichtige Voraussetzung sowohl für betriebliche Managementinstrumente als auch für die nachfolgende umweltrelevante Bewertung.

Die umweltrelevante Bewertung erfolgt in Anlehnung an die von Gebler für die Erstellung von Ökobilanzen in der Abfallwirtschaft entwickelte Methodik [6]. Jeder im Produktionsprozess auftretende Stoff und dessen Abbau- bzw. Umwandlungsprodukt(e) wird mit einem Funktionswert für umweltrelevante Wirkungen (Te-Wert) belegt. Zur Berechnung des Te-Werts werden toxikologische Wirkkategorien wie die akute Toxizität, Wassertoxizität, mutagene und kanzerogene Wirkung zusammen mit ökotoxikologischen Verstärkungsfaktoren wie Biomagnifikation und Bioakkumulation, Persistenz und Mobilität herangezogen. Der Funktionswert Te_i eines Stoffes i steigt proportional mit der Menge des Stoffes M_i und umgekehrt proportional mit der Wirkdosis Tx_i in derjenigen Wirkkategorie, in der die geringste Menge des Stoffes eine toxikologische Wirkung bewirkt:

$$Te_i = \frac{M_i}{Tx_i} \times \prod \text{Verstärkungsfaktoren}$$

Zur Berechnung des Te-Werts eines Stroms aus mehreren Stoffen werden die Beiträge der Einzelstoffe aufsummiert

$$Te = \sum Te_i$$

Der Te-Wert hat die Dimension Tonnen an potenziell gefährdeter Biomasse. Die Berechnung erfolgt analog für Abbau- und Umwandlungsprodukte unter Berücksichtigung der Stöchiometrie. Sofern für die Abbau- bzw. Umwandlungsprodukt(e) eines Stoffes ein größerer Te-Wert berechnet wird, geht dieser in die weitere Betrachtung ein. Der Energieeinsatz wird durch die bei der Energieerzeugung (Energemix) entstehenden Schadstoffe berücksichtigt.

Jedem Stoff- und Energiestrom und - entsprechend aufsummiert - jedem Prozessschritt kann auf diese Weise ein Te-Wert zugeordnet werden. Dieser kann zusätzlich auch auf die betroffenen einzelnen Kompartimente Abwasser, Abfall, Abluft/Abgas aufgeteilt werden. Die Datenbasis für die genannten Wirkkategorien ist vergleichsweise gut dokumentiert und in einer umfangreichen Datenbank am IUWV zusammengefasst.

Die folgende Schwachstellen und Optimierungsanalyse wird anhand von Bild 4.1 erläutert. Dieses zeigt exemplarisch die Ergebnisse der umweltrelevanten Bewertung für einen Lackierprozess bestehend aus mehreren Prozessschritten (A-Q). Bezogen auf den

Wert Te_0 der Eingangsgrößen in den Prozess A sind die Funktionswerte Te für den Produkt-, Abwasser-, Abfall- und Energiestrom sowie für den Gesamtprozess als Summe aufgetragen. Der Verlauf der Summenkurve identifiziert anhand der Steilanstiege in den Prozessschritten A(S1), B(S2), E(S3), O und P(S4) wesentliche umweltrelevante Schwachstellen. Die Analyse der Produktstromverläufe zeigt, dass die Schwachstellen S1, S3 und S4 produktbezogen sind und mit der permanenten Beschichtung des Produktes zusammenhängen. Auf produktbezogene Schwachstellen soll im nachfolgenden Kapitel näher eingegangen werden. Die Schwachstelle S2 innerhalb des Prozesses B dagegen ist prozessbezogen. Hier wird ein Wertstoff mit toxischem Potenzial vom Produkt abgetrennt und in den Abwasser- bzw. Abfallstrom, wo er jetzt als Schadstoff wirkt, eingetragen. Prozess B wird daher einer Optimierungsanalyse unterzogen. Dabei zeigt sich, dass zur Eliminierung dieser Schwachstelle eine produktionsintegrierte Aufbereitung und Rückführung des Abwasserstroms in den Produktionsprozess durchgeführt werden kann. Die dazu eingesetzte Reaktivextraktion ermöglicht es, den Schadstoff aus dem Abwasser abzutrennen und jetzt wieder als Wertstoff in die Produktion zurückzuführen (s. Bild 4.2).

In einem weiteren Schritt erfolgt durch Variation des Wirkungsgrads des Trennverfahrens die ökologische Optimierung. In diesem Fall liegt das ökologische Optimum bei einer Rückgewinnung von ca. 90 % des Wertstoffes, da bei weiterer Erhöhung der Rückgewinnung der Te -Wert durch den wachsenden Energieaufwand erneut ansteigt. Die umweltrelevante Bewertung des Produktionsprozesses nach Integration der Reaktivextraktion ist in Bild 4.2 erneut anhand der Funktionswerte Te - wiederum bezogen auf den Wert Te_0 der Inputgrößen in den Prozess A - dargestellt. Bei gleichbleibendem Produktverlauf sinken Abwasser- und Abfallverlauf, während der Energieverlauf wegen des Mehraufwands für

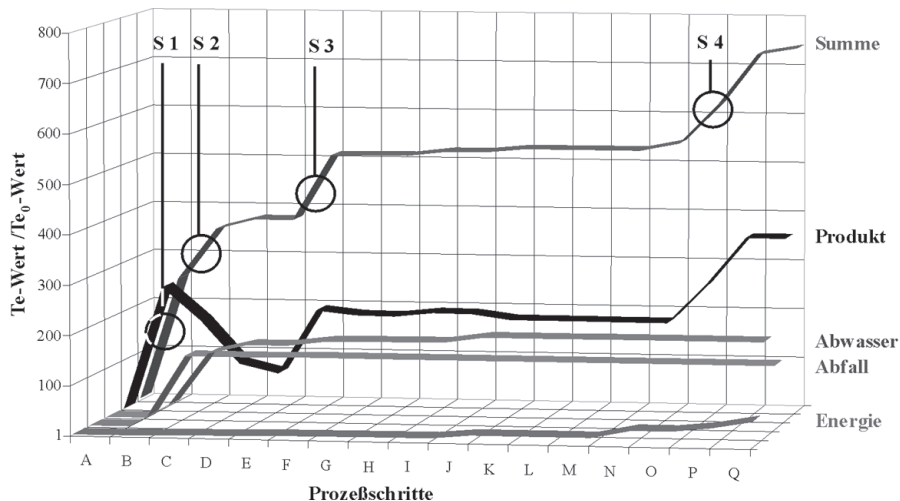


Bild 4.1. Schwachstellenidentifikation in einem Produktionsprozess (Lackiererei)

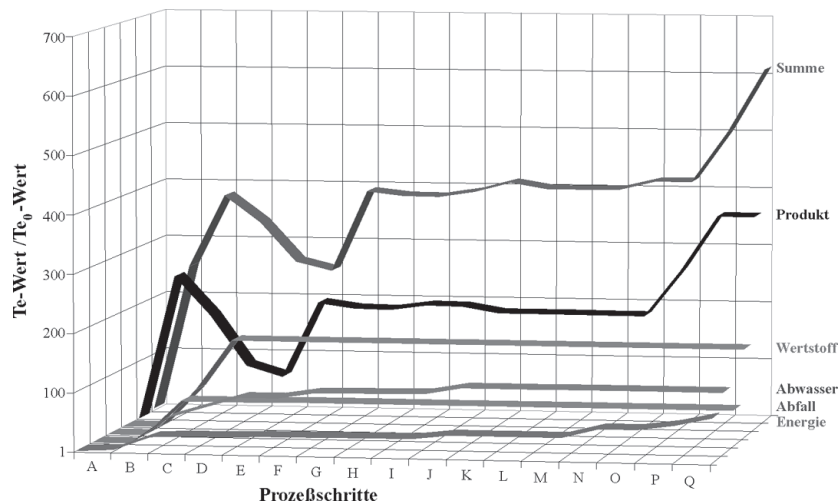


Bild 4.2. Umweltrelevante Bewertung des Produktionsprozesses nach Integration einer PIUS-Maßnahme (Reaktiv-Extraktion zur Wertstoffrückgewinnung)

die Reaktivextraktion leicht ansteigt. Entsprechend verringert sich im Vergleich zu Bild 4.1 der Te-Wert des Gesamtprozesses. Da der Wertstoff in die Produktionslinie zurückgeführt wird, geht der Te-Wert des Wertstoffs nicht in den Summenverlauf ein.

Mit Hilfe dieser Methode können somit mediengreifend Umweltrisiken und PIUS - Potenziale aufgedeckt und Lösungsansätze zur ökologischen Optimierung simuliert werden. Verschiebungen zwischen den Kompartimenten werden aufgedeckt. Die Eignung der Methode hinsichtlich der Bewertung von Anlagenkonzepten als BVT ist natürlich noch intensiv zu diskutieren bzw. zu erweitern, da für die Gesamtauswirkung auf die Umwelt neben der toxikologischen und ökotoxikologischen Wirkungskategorie noch etliche weitere Wirkungskategorien bestehen (s. Kap 3).

5. Integrierte Produktpolitik (IPP)

Während die Mitgliedsländer noch an der Umsetzung der IVU-Richtlinie arbeiten, beschäftigt sich die EU bereits mit einer stärker produktorientierten Umweltpolitik (IPP). So stimmten die Teilnehmer des EU-Umweltministertreffens im Mai 1999 in Weimar [7] überein, dass die Umweltpolitik der Gemeinschaft stärker als bisher die Umwelteffekte beachten müsse, die mit der Herstellung, Verwendung und Entsorgung von Produkten verbunden sei, d.h. dass der gesamte Lebenszyklus zu betrachten sei. Hintergrund dieser Überlegungen ist die Tatsache, dass der wichtigste Eintragsweg für Umweltbelastungen häufig nicht mehr der Schornstein, das Abwasserrohr oder die Mülltonne ist, sondern der Vertriebsweg. Die Effizienz zusätzlicher an den Produktionsverfahren ansetzenden Maß-

nahmen nimmt tendenziell ab, während die Produkte als „unkontrollierte diffuse Quellen“ einen immer größeren Beitrag zur Umweltverschmutzung und zum Ressourcenverbrauch liefern. Da überdies langfristig die ressourcenminimierte Produktion die entscheidende Voraussetzung für die globale Wettbewerbsfähigkeit darstellt, besteht somit das Ziel der Integrierten Produktpolitik als „einer staatlichen Politik, die auf eine stetige Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer umweltrelevanten Wirkungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus eines Produkts abzielt bzw. diese fördert“. Eine wirksame umweltbezogene Produktpolitik, die auch Vorsorge- und Verursacherprinzip berücksichtigt, soll dabei nicht allein auf staatliche Produkthanforderungen setzen. Sie soll vielmehr mit dem Markt und nicht gegen den Markt entwickelt werden. Dabei gilt es Rahmenbedingungen zu schaffen, die für die Marktteilnehmer – zum Beispiel über Preissignale – Anreize für umweltverträgliches Handeln setzen. Dafür wird eine Kombination verschiedener Instrumente einzusetzen sein, welche sich gleichermaßen an Verbraucher wie Unternehmen und Behörden richten. Die nachfolgende Liste der angedachten Maßnahmen hat nicht den Anspruch auf Vollständigkeit

1. Verbraucherbezogene Instrumente
Verbraucheraufklärung und –information, ..
2. Freiwillige Informationen des Produzenten
Umweltsiegel, Umweltmarketing, Ökobilanzen, Life Cycle Assessment, ..
3. Freiwillige Vereinbarungen
Selbstverpflichtungen, ..
4. Instrumente vorgeschriebener Information
Kennzeichnungspflicht, ..
5. Wirtschaftliche Instrumente
Steuern, Pfandsysteme, Öffentliche Beschaffung, ..
6. Direkte ordnungspolitische Instrumente
Verbote, Rücknahmeverpflichtung, Genehmigungen (IVU), ..

und zeigt, dass das Genehmigungsrecht gemäß der IVU-Richtlinie 96/61/EG nur einen von vielen Bausteinen im Gesamtgefüge der Integrierten Produktpolitik darstellt. Zum aktuellen Stand der Planungen und Überlegungen zur IPP plant die DG Environment die Veröffentlichung eines sogenannten Grünbuchs, das nach einer Anfrage im November noch zum Jahresende 2000 erscheinen soll.

6. Fazit

Auch nach Umsetzung der IVU-Richtlinie wird nicht die verfügbare Technik (BVT) die einzuhaltenden Grenzwerte festlegen, sondern werden weiterhin Grenzwerte die Vorgaben für die Technikentwicklung bestimmen. Dies folgt auch aus der Richtlinie selbst, indem gemäß §18 die Festlegung gemeinsamer Grenzwerte ermöglicht werden soll, sofern aus dem Informationsaustausch der Mitgliedstaaten und dem damit gespeisten ‚European Pollutant Emission Register (EPER)‘ dringender Handlungsbedarf folgt. Potenzial für die weitere Technikentwicklung wird insbesondere in den Bereichen Biotechnologie, Advanced

Oxidation Processes und Membranverfahren gesehen. Weiterhin besteht die wichtige interdisziplinäre Aufgabe, die Umweltbeeinträchtigung durch Produktion und Produkte durch Auswahl und Gewichtung der relevanten Wirkungskategorien einheitlich zu bewerten. Die Wissenschaften können hier auf absehbare Zeit keine eindeutige Lösung anbieten. Nur im Dialog zwischen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft kann ein Konsens gefunden werden, welche Wirkungskategorien anhand von Indikatoren zu erfassen und wie diese für ein abschließendes Urteil zusammenzufassen sind. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass zur Erfüllung der umweltpolitischen Ziele die besten verfügbaren Techniken definiert und zum Einsatz gebracht werden.

Literatur

1. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry, July 2000, European IPPC Bureau, Sevilla
2. Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, 24. September 1996, Amtsblatt der EG L 257/26-34
3. STEFAN SCHMITZ, INGE PAULINE, Bewertung in Ökobilanzen – Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043, ISSN 0722-186X, Umweltbundesamt 1999
4. JUTTA GELDERMANN, THOMAS SPENGLER, OTTO RENTZ, Proposal for an integrated approach for the assessment of cross-media aspects relevant for the determination of 'Best available Techniques' BAT in the European Union, Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Universität Karlsruhe (TH)
5. C. HAASE, N. RÄBIGER: Die umweltrelevante Schwachstellenanalyse von Produktionsprozessen zur Offenlegung von Wertschöpfungspotentialen, Vortrag auf dem 4. GVC-Kongreß "Verfahrenstechnik der Abwasser- und Schlammbehandlung -additive und prozeßintegrierte Maßnahmen", 6.-8. September 1999, Bremen
6. W. GEBLER, Ökobilanzen in der Abfallwirtschaft – Methodische Ansätze zur Durchführung einer Programm-Umweltverträglichkeitsprüfung, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft Band 41, Erich Schmidt Verlag 1992
7. Informelles EU-Umweltministertreffen in Weimar vom 07. bis 09. Mai 1999, Umwelt Nr. 6/1999 (Sonderteil), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. (Druckservice Hosemann, Berlin)

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Warnecke · Universität Paderborn
Technische Chemie FB 13 / Chemie und Chemietechnik
Warburgerstr. 100 · D-33098 Paderborn

Prof. Dr.-Ing. Norbert Räbiger · Universität Bremen
Institut für Umweltverfahrenstechnik, Fachbereich 4 / Produktionstechnik
Leobener Str. · D-28334 Bremen